

ソーラーパネルに作用する風荷重の研究

著者	池田 博嗣
発行年	2014-09-26
学位授与番号	17104甲工第372号
URL	http://hdl.handle.net/10228/5303

氏 名	池 田 博 嗣
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工博甲第372号
学位授与の日付	平成26年9月26日
学位授与の条件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	ソーラーパネルに作用する風荷重の研究
論文審査委員	主 査 教 授 松 田 一 俊
	〃 秋 山 壽 一 郎
	〃 山 口 栄 輝
	〃 鶴 田 隆 治

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

太陽光発電所は運転時の燃料費が不要で、保守管理費用も比較的安価であり、事業の採算性は初期の建設コストに依存する。そのため、パネルを支持する架台や基礎工の安全性及び経済性を確保する設計が重要となる。

太陽光発電所のソーラーパネルの設計では JIS 規格が標準的に用いられており、設計上支配的となる風荷重の風力係数は、風洞実験によって定められる。JIS 規格ではパネル迎角を $15^{\circ} \leq \theta \leq 45^{\circ}$ に限定して、風力係数は推定式を利用しても良いとされているが、近年採用が増加している $\theta = 10^{\circ}$ 程度の低迎角に対応していない。

一方、JIS 規格では風力係数の利用において「架台が複数の場合には、中央部のパネルは直接風が当たる周囲端部の値の 1/2 としてもよい」とされるが、この記述からは、低減を見込める「中央部」の領域を判断することは困難である。さらに、メガソーラー発電所の設計では、土地の有効利用の観点から、パネルは土地の外形に合わせて配置するため、単純な形状とはならない。さらに規模が大きい場合、施工性や維持管理の観点から配置内に道路を作ることもあり、配置形状が更に複雑化することとなる。

したがって、JIS 規格の提案する「中央部」のような設計用風力係数に段階的な低減領域を設定し、設計において建設コスト低減を図るためには、地点特有の配置形状を模擬した風洞実験や数値解析に基づき、地点毎に低減領域を設定する必要がある。このため、コスト低減設計の一般化は難しく、検討事例が少ないのが実情である。

本研究は、迎角 $\theta = 10^{\circ}$ と 20° に限定し、並べ方が異なる各種配置形状のパネル群を 1/20 でモデル化した風洞実験及び数値解析を行い、上記未検討事項を含む地点特有の配置形状においても、中央部のような風力係数の低減範囲を定量化することにより、基礎工工事費等のコスト低減設計（以下：合理化設計）に資するデータを得ることを目的としている。

合理化設計の低減範囲の設定は、大きく次に示す 2 つの工程からなる。第 1 工程は、当該アレイの前方に風除けとなるアレイが存在することによる低減量を、周囲端部である先頭アレイの風力係数で除して相対分布として表すもので、この手法を用いると迎角の異なる群集アレイを、画一的な推定式で評価可能となる。第 2 工程は、第 1 工程で得た JIS 規格で言う周囲端部からの相対分布評価を更に合理化するため、先頭アレイよりも風力係数の大きい単体パネルの風力係数で再評価する

ものである。この手法を用いると、定義が曖昧であった周囲端部の位置及び周囲端部と単体パネルの区別が明確となるだけでなく、JIS の提案する 1/2 低減範囲を更に拡大でき、合理化設計に寄与するものである。

本研究の特徴は、JIS 規格が提案する 1/2 低減範囲の設定では、周囲端部と単体パネルの風力係数を同値と捉えて評価しているが、両者の空力特性を詳細に分析することで、周囲端部の風力係数は単体パネルよりも低減することがわかり、さらなるコスト低減が望める点である。また、既往の研究では、設定した配置形状に限定した風洞実験や数値解析を行っているが、本研究は、各種配置形状のパネル群を用いた風洞実験及び数値解析を行い、それらの結果の関連性を明らかにすることで、任意の配置形状の設計用風力係数を面的に推定できる技術を新たに提案したことも特徴である。

第 1 章は序論であり、現行設計基準として用いられている JIS 規格を適用する場合の問題点を述べ、本研究の成果が果たす目的や役割を示している。

第 2 章では、大規模太陽光発電施設の概要、JIS 規格の概説とその基礎となった研究及び近年の既往の研究について述べている。

第 3 章は風洞実験及び数値解析の概要であり、実験や解析に用いた設備やパネル模型及び地面板上の風速分布や乱れ強さなどの流入風の性状について述べている。

第 4 章では、実験及び解析結果である各種アレイ配置に作用する空気力特性を示し、そこから導かれる推定分布式の設定方法や、地点特有の配置形状に依存しない設計用風力係数分布の設定方法を示している。

第 5 章では、基礎工形状の違いを考慮し、これまで実施してきた風力係数の段階的低減設計が基礎工事費に与える影響をケーススタディした結果について記述している。

第 6 章は結論であり、本研究の成果を要約し、今後の課題を述べている。

学 位 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文の審査過程および公聴会において、審査員ならびに出席者から、ソーラーパネルの風力係数の平面分布特性やレイノルズ数に対する依存性および風力係数の平面分布の推定式などに関する質問がなされたが、いずれも著者による的確な説明がなされ、質問者の理解が得られた。

以上により、論文調査及び最終試験の結果に基づき、審査委員会において慎重に審査した結果、本論文が、博士（工学）の学位に十分値するものであると判断した。